

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 04-006267

(43)Date of publication of application : 10.01.1992

(51)Int.Cl.

C23C 14/22

C23F 4/00

H01J 23/34

H01L 21/205

H01L 21/302

H01L 21/31

H03B 9/10

H05H 1/46

(21)Application number : 02-107573

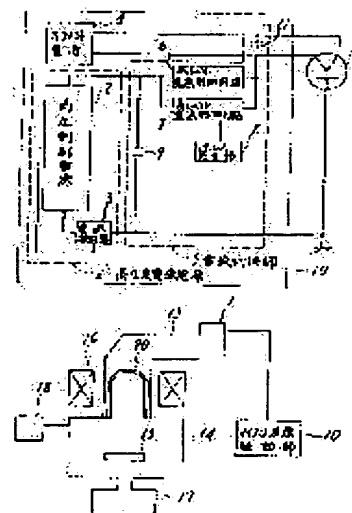
(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 25.04.1990

(72)Inventor : KAJI TETSUNORI  
GUSHIKEN MASAHARU**(54) MICROWAVE PLASMA TREATING DEVICE****(57)Abstract:**

**PURPOSE:** To stably output high reliable and high-velocity impulsive microwaves by forming the microwave generating means of the plasma treating device which generates plasma by microwaves and execute a surface treatment into a specific construction.

**CONSTITUTION:** The microwave oscillator 1, as represented by an electromagnetic tube, etc., in the plasma treating device which generates the plasma by using the microwaves and execute the surface treatment is driven by a microwave source driving section 10 and the generated microwave electric power is inputted through a waveguide 13 then through glass 20 for vacuum sealing into a reaction chamber 14 to generate the plasma in the chamber. A sample 15 is subjected to the etching surface treatment by this plasma. The microwave generating means is constituted of the microwave generator 1, a filament circuit including a power source 4, a high-voltage constant current power source 2', and a current switching section 5 between the output thereof and a filament circuit for microwave oscillation to stably output the high-velocity impulsive microwaves.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

⑫ 公開特許公報 (A) 平4-6267

⑤ Int. Cl. 9

C 23 C 14/22  
C 23 F 4/00  
H 01 J 23/34  
H 01 L 21/205  
21/302  
21/31  
H 03 B 9/10  
H 05 H 1/46

識別記号

庁内整理番号

D 9046-4K  
B 7179-4K  
7247-5E  
B 7739-4M  
C 8122-4M  
6940-4M  
9182-5J  
9014-2G

⑬ 公開 平成4年(1992)1月10日

審査請求 未請求 請求項の数 6 (全6頁)

⑭ 発明の名称 マイクロ波プラズマ処理装置

⑮ 特 願 平2-107573

⑯ 出 願 平2(1990)4月25日

⑰ 発 明 者 加 治 哲 徳 山口県下松市大字東豊井794番地 株式会社日立製作所笠戸工場内  
⑱ 発 明 者 貝 志 堅 正 春 山口県下松市大字東豊井794番地 株式会社日立製作所笠戸工場内  
⑲ 出 願 人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地  
⑳ 代 理 人 弁理士 小川 勝男 外1名

明 細 書

1. 発明の名称

マイクロ波プラズマ処理装置

2. 特許請求の範囲

1. パルス状のマイクロ波発生手段と、該マイクロ波発生手段からのマイクロ波を反応室内に導入する伝達手段と、前記反応室に連結されたガス供給手段および排気手段と、前記反応室内に設けた試料台とを備え、前記反応室内にプラズマを発生させて試料を処理するプラズマ処理装置において、前記マイクロ波発生手段は、マイクロ波発生用のマイクロ波発生器、マイクロ波発生器用フィラメント回路、高圧定電流回路および前記高圧定電流回路の出力と前記マイクロ波発生器用フィラメント回路との間に設けた電流切換部とで構成したことを特徴とするマイクロ波プラズマ処理装置。

2. 特許請求の範囲第1項記載のプラズマ処理装置において、前記電流切換部として、最低電流を設定するための回路と並列に、所定周期で0

N/OFFするパルス電流発生回路を有するマイクロ波プラズマ処理装置。

3. 特許請求の範囲第1項記載のプラズマ処理装置において、前記電流切換部により切換えられる最低電流( $I_L$ )と最高電流( $I_H$ )との比( $I_L/I_H$ )が $1/200 \sim 1/3$ であるマイクロ波プラズマ処理装置。

4. 特許請求の範囲第1項記載のプラズマ処理装置において、複数のマイクロ波発生器、複数のマイクロ波発生器用フィラメント回路、複数の電流切換部および1個の高圧定電流回路を有するマイクロ波プラズマ処理装置。

5. 特許請求の範囲第1項記載のプラズマ処理装置において、前記電流切換部内に高圧コンデンサを設置したマイクロ波プラズマ処理装置。

6. 特許請求の範囲第1項記載のプラズマ処理装置において、前記高圧定電流回路の応答時定数を、前記電流切換部で発生する電流パルスの周期より長くしたマイクロ波プラズマ処理装置。

3. 発明の詳細な説明

## 〔産業上の利用分野〕

本発明はマイクロ波を用いてプラズマを発生させ、エッチング、デポジション、重合、酸化、焼結あるいは表面改質などを行うプラズマ処理装置に係り、特にこれらの各処理装置に用いるプラズマとして好適な発生手段を具備するプラズマ処理装置に関するものである。

## 〔従来の技術〕

従来、半導体ウエハ等の被処理物をプラズマ処理する方法として、マイクロ波により効果よくプラズマを発生させて行う方法が知られている。このプラズマ処理性能を更に向上させる方法としてマイクロ波をパルス状にして印加する方法も、特開平1-214122号公報等において述べられている。

## 〔発明が解決しようとする課題〕

上記従来技術においては、マイクロ波をパルス化する方法においては画じられていない。

マイクロ波の発生源として、磁電管（マグネトロン）が一般に用いられている。

制御電源2からなり、電流検出器3と高圧制御電源2'により、高圧定電流電源2'が構成される。高圧定電流電源2'の出力は、フィラメント回路の片側に接続されている。高圧制御電源2の設定信号として、ON/OFFのパルス検返し信号を加えれば、パルス化マイクロ波出力を得ることは可能であるが、前に述べたように、磁電管の寿命が短い、早い応答が困難という欠点があった。

本発明の目的は、高信頼性を有するパルス化マイクロ波を発生させることのできるマイクロ波プラズマ処理装置を提供することにある。

## 〔課題を解決するための手段〕

上記目的を達成するために、パルス状のマイクロ波発生手段と、該マイクロ波発生手段からのマイクロ波を反応室内に導入する伝達手段と、前記反応室に連結されたガス供給手段および排気手段と、前記反応室内に設けた試料台とを備え、前記反応室内にプラズマを発生させて試料を処理するプラズマ処理装置において、前記マイクロ波発生手段は、マイクロ波発生用のマイクロ波発生器、

第1図は磁電管の高電圧（I）-高圧電圧

（V）特性を示す。マイクロ波出力電力は、高圧電流にはほぼ比例しており、マイクロ波出力電力を、特開平1-214122号公報に述べられているように、ON/OFFする場合、第1図のA点とB点間でスイッチングを行うことになる。この場合、磁電管には、1パルス毎に $0 \rightarrow V_H$ の大きな電圧変化と、マイクロ波発振のON/OFFを繰返すことになる。

ところで、磁電管は、発振をOFF→ONにする時に、異常モード発振等により劣化が生じやすい性質があり、短い周期でON/OFFを繰返すと、磁電管の寿命が大幅に短くなる欠点があった。

また、1パルス毎に大きな電圧変化が生じるため、磁電管の陽極と陰極間に存在するフィルタ用キャパシタ（数百ピコ・ファラッド）の充・放電電流が大きくなり、早い変化は困難であった。

第2図に従来の磁電管1の駆動電源10の例を示す。フィラメント電源4、電流検出器3、高圧制

マイクロ波発生器用フィラメント回路、高圧定電流回路および前記高圧定電流回路の出力と前記マイクロ波発生器用フィラメント回路との間に設けた電流切換部とで構成したものである。

## 〔作用〕

上記のように、磁電管（マイクロ波発生器）用高圧定電流回路と、磁電管フィラメント回路間に電流切換部を設け、高レベル電位/低レベル電位間で所定期間に変化させる。それによって磁電管の発振は中断されることなく、また、磁電管の陽極-陰極間に加わる電圧の変化は少なくなるため、高周波かつ、高信頼のパルス化マイクロ波出力が得られ、これを用いた高信頼で高性能のプラズマ・プロセス処理が可能となる。

すなわち、磁電管（マイクロ波発生器）に加える高圧電流を高レベル/低レベルで変化させることにより、磁電管の発振を中断させず、磁電管に加わる高圧電圧の変化を少なくさせ、磁電管の寿命を大幅に長くするものである。

ここで、マイクロ波の高出力レベルにおける高

圧電流  $I_H$  (第1図A点) に対し、マイクロ波の低出力レベルにおける高圧電流  $I_L$  (第1図O点) の比  $I_L/I_H$  を  $1/200 \sim 1/3$  に設定することにより、パルス性マイクロ波によるプロセス性能向上が失なわれることなく、磁電管の安定な動作が得られる。 $I_L/I_H$  が  $1/200$  以下では磁電管の安定な動作が困難であり、 $I_L/I_H$  が  $1/3$  以上ではパルス性マイクロ波によるプロセス性能向上が大幅に失なわれる。

また、第3図に示すように高圧定電流電源 2' の出力と磁電管のフィラメント回路間に電流切換部 5 を設け、電流切換部 5 内には、第4図に示すよう、低レベル電流を流す低レベル電流制御回路 6 と、高レベル電流を流す高レベル電流制御回路 7 とを並列に設け、少なくとも高レベル電流制御回路 7 には所定のパルス周期で ON/OFF を行う機能を有し、高圧定電流電源 2' の定電流制御の応答時間を上記パルス周期より長くするようにし、高レベル電流  $I_H$  に対し低レベル電流  $I_L$  の比  $I_L/I_H$  を  $1/200 \sim 1/3$  に設定する。

電源 2' との整合をとるための高耐圧コンデンサ 9、を設置する。高耐圧コンデンサ 9 は、高圧定電流電源 2' 中に内蔵させることもできるが、パルス性電流を吸収するため、高レベル電流制御回路 6 の近傍に設置することが望ましい。

低レベル電流制御回路 6、高レベル電流制御回路 7、パルス発生部 8 の実施例を第7図に示す。低レベル電流制御回路 6 は抵抗 6a で構成する。高レベル電流制御回路 7 は、高耐圧 MOS トランジスタ 7a とサージ吸収素子 7b、抵抗 7c で構成される。なお抵抗 7c は、磁電管 1 自身の内部抵抗を利用して、削除することもできる。

パルス信号源 8a からの信号をトランジスタにより増幅後、絶縁用トランス 7d の 1 次側に入力し、絶縁されたパルス出力を 7d の 2 次側より出力し、高耐圧 MOS トランジスタ 7a のゲートソース間に加えて高耐圧 MOS トランジスタ 7a の ON/OFF を行う。第7図は高耐圧 MOS トランジスタ 7a の OFF 期間の電流をコンデンサ 7e に蓄えることにより高耐圧 MOS トランジスタ

また、高レベル電流制御回路 7 中の ON/OFF と、磁電管の陽極電圧 (V) 波形、陽極電流 (I) 波形を第5図に示す。

なお、磁電管に流す電流として二つのレベルの場合を述べたが、三つ以上のレベルの電流を用いる場合においても、最低レベル電流と最高レベル電流とが前記の高レベル電流、低レベル電流の性質を有すれば、本発明に含まれることはもちろんである。

#### 〔実施例〕

以下、本発明の一実施例を第6図に示す。

磁電管 1 はフィラメント電源 4 によりフィラメント電流を供給される。電流検出器 3 と高圧制御電源 2 とで構成される高圧定電流電源 2' の出力とフィラメント回路間の電流切換部 5 を設ける。電流切換部 5 には、パルス発生部 8 により、高レベル電流の ON/OFF を行う高レベル電流制御回路 7 と、低レベル電流を設定する低レベル電流制御回路 6、高速で電流変化を制御する電流切換部 5 と比較的低速で平均電流を制御する高圧定電流

タ 7a のゲート用回路の電源を省略している。なお、高圧電流切換時にフィラメント間に異常な電圧を生じさせないために、フィラメント回路間にコンデンサ 11 を設置している。

また、第8図に第6図中の高圧レベル電流制御回路 7 とパルス発生部 8 の他の例を示す。発光ダイオードと、この光により MOS トランジスタを ON/OFF する機能、ならびに発光ダイオードと MOS トランジスタ間を絶縁する機能を有する光励起 MOS トランジスタ 7f を用いると、パルス源信号源 8a の信号入力により、簡単な構成でパルス発生部 8 と高レベル電流制御回路 7 とを構成することができる。

動作例を以下に示す。

$I_H = 600 \text{ mA}$   $I_L = 10 \text{ mA}$   $I_L/I_H = 1/60$   
 $V_H = 4 \text{ KV}$ ,  $V_H - V_L = 200 \text{ V}$ , 周波数:  $2.45 \text{ GHz}$   
 $T_R = 500 \mu\text{s}$ ,  $T_W = 100 \mu\text{s}$

$T_R$ ,  $T_W$  の最適値は使用プロセス条件により大幅に異なる。

第6図ないし第8図に示したマイクロ波源駆動

部10を適用するプラズマ処理装置の例を第9図および第10図に示す。

マイクロ波源駆動部10により磁電管等で代表されるマイクロ波源1を駆動し、発生したマイクロ波電力を導波管13を經由し、真空封止用ガラス20を通り、反応室14に入力される。反応室には被処理用の試料15が設置され、ガス供給部18ならびに排気装置17に結合されている。なお、プラズマの発生を低ガス圧化で効率よく行うために、磁場コイル16により電子サイクロトロン共鳴(ECR)を生じさせる場合がある。また、導波管13または反応室14の一部でマイクロ波を共鳴させるための共振器を構成させる場合があり、第10図で反射板19はその目的で設置される。

他の実施例を第11図により説明する。第11図はプロセス性能の向上のため、複数個の磁電管を用いる時の図である。複数個の磁電管1a, 1b, 複数個のフィラメント電源4a, 4b, 複数個の電流切換部5a, 5bと1個の高圧定電流電源2'とからなる。磁電管1aの出力は導波管13a

を經由して導波管13'に入力される。同様に磁電管1bの出力は導波管13bを經由して導波管13'に入力される。

電流切換部5aによって生じる電流パルスの位相と電流切換部5bによって生じる電流パルスの位相を異なるようにすれば、複数の磁電管に対して、1個の高圧定電流電源で構成できる。高圧定電流電源は高価なため、個数を少なくできることは大きな利点となる。

なお、これまでマイクロ波源として磁電管(マグネトロン)について説明したが、他のマイクロ波源を用いた場合について同様に適用できる。

#### 〔発明の効果〕

本発明によれば、高信頼性を有しかつ高速のパルス性マイクロ波出力を得ることができるので、高信頼かつ高性能のプラズマ処理装置を得ることができる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明のマイクロ波プラズマ処理装置の磁電管駆動部の構成図、第2図は本発明のマイ

クロ波プラズマ処理装置の電流切換部の構成図、第3図は磁電管に加わる電圧-電流パルスのパターン図、第4図は第1図および第2図を組み合わせた本発明の一実施例を示す構成図、第5図は第4図の詳細を示す構成図、第6図は第4図の高圧レベル電流制御回路とパルス発生部とその他の実施例を示す構成図、第7図ないし第9図は本発明のマイクロ波プラズマ処理装置の構成例を示す図、第10図は磁電管の特性を示す図、第11図は従来の磁電管駆動部を示す構成図である。

1……磁電管、2……高圧制御電源、2'……高圧定電流電源、4……フィラメント電源、5……電流切換部、6……低レベル電流制御回路、7……高レベル電流制御回路、10……マイクロ波源駆動部、13……導波管、14……反応室、17……排気装置、18……ガス供給部

代理人 井理士 小川 勝 男

図1

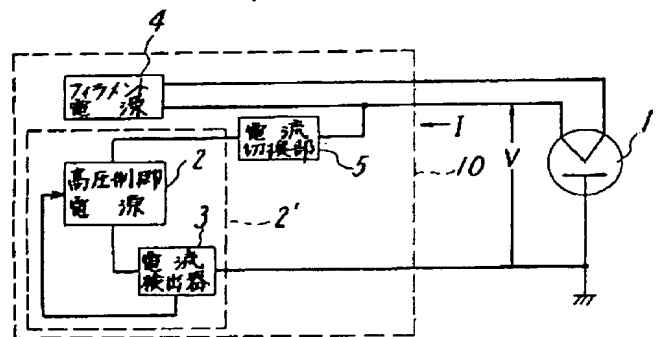


図2

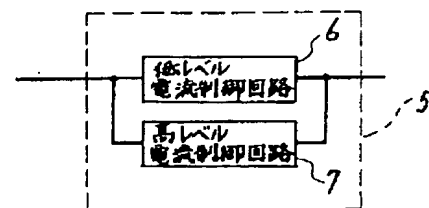


図 3

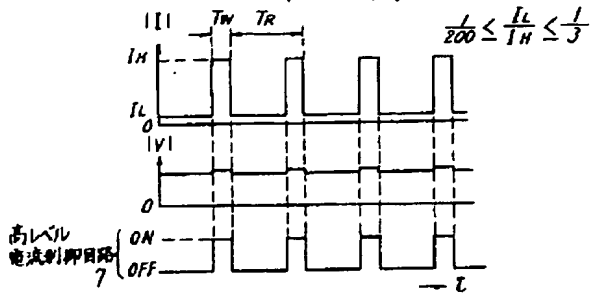


図 4

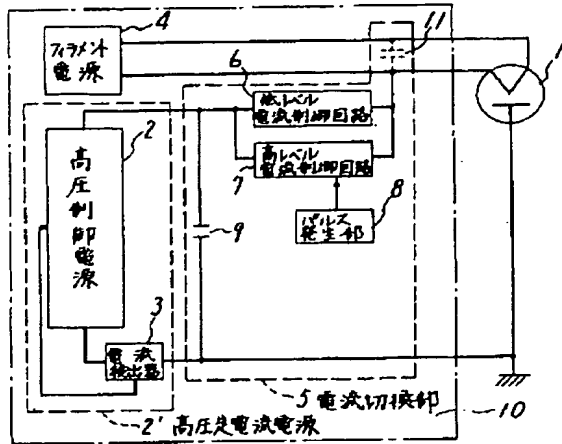


図 5

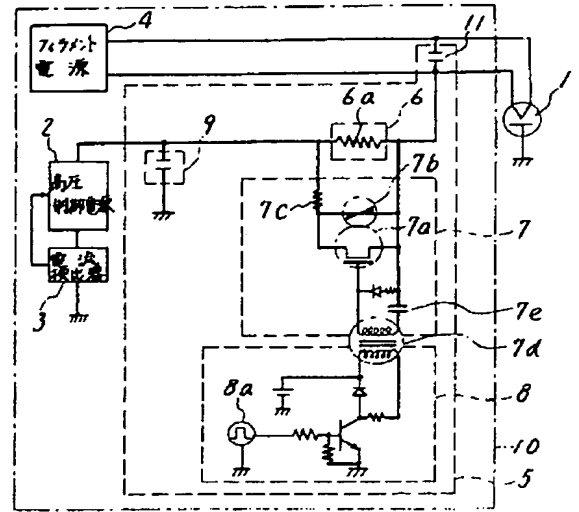


図 6

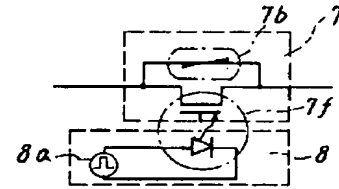


図 7

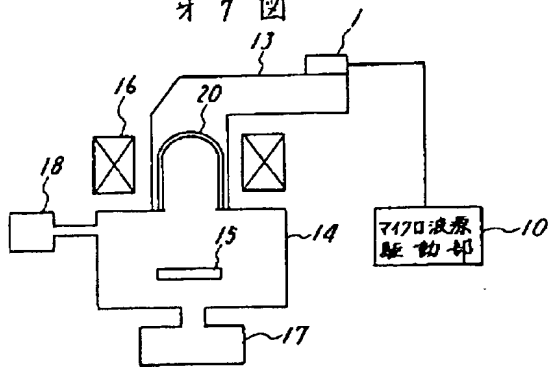


図 8

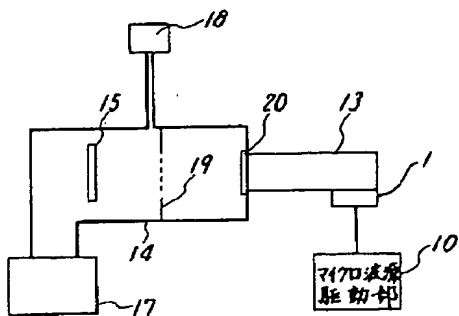
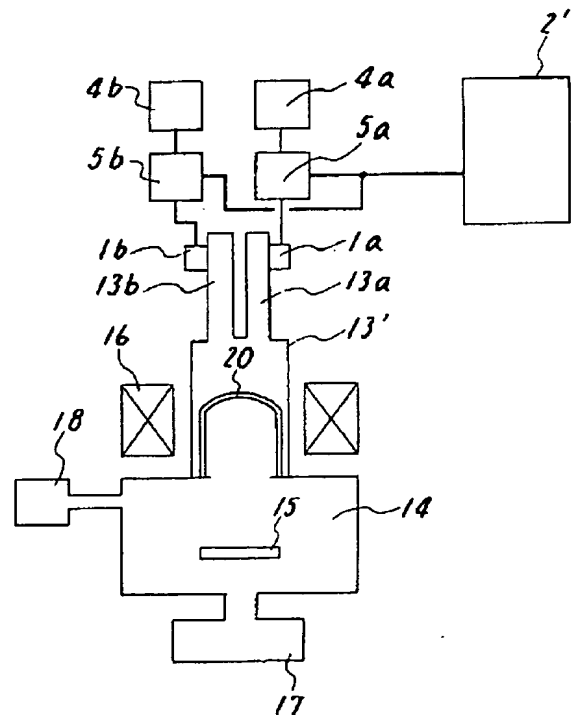
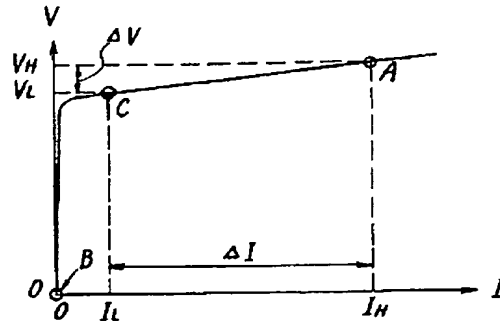


図 9



才 10 図



才 11 図

